Série d'émissions éducatives télévisées 1968-69

Guide du maître

Les sciences SECTION SUPERIEURE
L'univers moléculaire



Département de la télévision éducative
MINISTERE DE L'EDUCATION D'ONTARIO
1670, avenue Bayview, Toronto 17, Ontario

LES SCIENCES
Section supérieure

L'UNIVERS MOLECULAIRE

Six émissions pour les classes de la neuvième à la treizième année, chacune de trente minutes.

Présentation générale

Veuillez adresser vos commentaires et vos questions sur la série ``Le monde moleculaire'' à l'adresse suivante:

Surintendant adjoint,
Programmation française,
Département de la télévision éducative,
1670, avenue Bayview,
Toronto 17.

PRESENTATION

Les sciences expérimentales ont un langage tout à fait particulier: l'expérience. Mais il est faux de croire que la langue des sciences soit nécessairement l'anglais. Il faut développer chez nos étudiants francophones non seulement l'habileté d'exprimer les concepts scientifiques en leur langue maternelle, mais aussi l'habitude de le faire avec spontanéité et aisance.

Les émissions ont donc pour buts de stimuler l'intérêt des jeunes franco-ontariens dans les sciences expérimentales, de présenter certaines notions modernes au sujet de la constitution de la matière, de suggérer des expériences que l'étudiant pourra lui-même entreprendre et des problèmes d'ordre pratique à résoudre.

Au cours des six émissions, on développe progressivement la Théorie Moléculaire de la Matière. Ce thème a été choisi surtout à cause de son importance primordiale dans la structure des cours de sciences au secondaire. De plus, il se prête admirablement à l'enseignement de la ``Méthode scientifique''. Enfin, cette première série traitant des sciences en français intéresse les étudiants de tous les niveaux, et tous peuvent en tirer profit, car, avec la Théorie de la Cellule et la Théorie de l'Atome, la Théorie Moléculaire forment la fondation de tout l'édifice scientifique.

Ces émissions sont à dessein ``sans conclusion'' en vertu du principe pédagogique qu'il vaut mieux faire découvrir la théorie que la présenter déjà toute structurée. L'étudiant dans la salle de classe est donc appelé à participer activement aux émissions, non seulement par les exercices avant et après chacune d'elles, mais aussi par le raisonnement scientifique qu'on exige de lui au cours des émissions.

Il faut ici souligner l'importance du rôle du professeur: sans son concours et sa participation au programme total, l'efficacité des émissions serait énormément diminuée et leur valeur pédagogique réduite à la médiocrité.

EMISSION 1

LES MOLECULES EXISTENT VRAIMENT

INTENTION PEDAGOGIQUE

Le but premier de l'émission est de démontrer que tous les corps physiques sont composés de particules microscopiques, responsables des propriétés macroscopiques de ces corps.

Comme il y a plusieurs agencements atomiques, il faut justifier le choix de la molécule comme sujet d'étude particulière.

CONTENU

On considère la matière, depuis l'univers galactique jusqu'à la goutte d'eau, sous ses trois états et selon qu'elle représente la vie animale, végétale ou minérale, pour poser quelques questions qui servent de guide pour toutes les émissions de la série:

— Qu'est-ce que la matière?

— Est-ce que toute matière est semblable?

— Qu'est-ce qui en influence le comportement?

— Comment le savons-nous?

Afin de trouver réponse à ces questions, on procède à des expériences, dont la première est la préparation d'une solution de permanganate de potassium dans l'eau, et sa dilution subséquente. On fait le calcul approximatif du nombre de particules dans le cristal original. L'électrolyse d'une solution de sulfate de cuivre sert à démontrer que les propriétés des corps sont dues à celles des particules qui les composent et que les forces qui relient ces particules sont électriques. Enfin, la discontinuité de la matière est démontrée par un gaz en diffusion. Les corps sont classifiés d'après leurs propriétés, et on en démontre les quatre genres d'agencements au moyen de modèles.

L'émission se termine par quelques exemples qui font ressortir la grandeur et la masse minuscule des molécules.

SUGGESTIONS D'UTILISATION: AVANT L'EMISSION

1. Dresser une liste de définitions de la ``matière'' suggerées par les étudiants, pour trouver les éléments essentiels et communs à tous les corps.

2. Dans un contexte différent de celui-ci discuter de l'idée ``théorie'' pour en faire comprendre l'extension scientifique.

3. Au moyens d'exemples variés, trouver les avantages d'un modèle bien structuré, et souligner les limitations d'extrapolation d'un tel modèle.

APRES L'EMISSION

1. Travaux de recherche:
   - Consulter une encyclopédie pour tracer le portrait historique de Clausius ou Maxwell ou Boltzmann, pionniers de la Théorie Moléculaire de la Matière.
   - Construire un modèle avec sphères de ``styrofoam'' ou l'équivalent pour illustrer un cristal ionique (e.g.= chlorure de sodium) ou un cristal métallique (e.g.= cuivre) ou un cristal covalent (e.g.= oxide de silicone) ou quelque molécule simple (e.g.= eau, gaz carbonique, etc.).

2. Discussions de groupe:
   - Faire les calculs suggérés:
   a. Si 10^{20} molécules occupent un volume de 1/20 ml., quel est le volume d'une molécule?
   b. Si 450 kilogrammes d'air contiennent 10^{28} molécules, quel est le poids d'une seule molécule?
   - Enrichir d'exemples bien choisis l'idée de grandeurs infinitésimales et de nombres extrêmement grands. Discuter des méthodes dont on dispose pour les exprimer.

EMISSION 

ENTRE MOLECULES, RIEN!

INTENTION PEDAGOGIQUE

Pour faire suite à la première émission

qui établit l'existence des molécules, il s'agit de continuer l'élaboration de la Théorie en démontrant qu'il y a entre molécules un vide absolu, et que cet espace intermoléculaire déterminera en grande partie l'état physique du corps.

CONTENU

A compter de la grande variété de corps dans la nature, on reconnaît que la diversité de propriétés ne peut s'expliquer que par la diversité d'unités structurelles, mais que les distances intermoléculaires sont aussi un facteur important. On démontre une expérience-clef: La solution alcool-eau occupe un volume inférieur à celui de ses composants. On profite de l'occasion pour démontrer l'importance d'un système-contrôle (``solution'' alcool-alcool) et la précision des mesures expérimentales. La compression facile d'un gaz illustre clairement que ses molécules sont relativement éloignées les unes des autres. En refroidissant un tuyau qui soutient un poids lourd, on démontre que même chez les solides les particules sont espacées. Sans expliciter davantage, on laisse voir que les variations de pression, de température et d'entourage affectent la séparation des molécules et aussi l'état du corps. Enfin, on en présente quelques applications pratiques.

SUGGESTIONS D'UTILISATION: AVANT L'EMISSION

1. Rappeler l'expérience vue à la dernière émission où l'on prépare une boisson sucrée. Comment expliquer que l'addition du sucre ne semble pas augmenter appréciablement le volume du solvant?

2. Revoir brièvement les forces de répulsion entre des charges électriques de noms semblables.

APRES L'EMISSION

1. Travaux de recherche:

   Consulter des volumes de référence pour répondre à quelques questions du genre suivant:

   — Discutez: ``Si, entre les molécules d'un corps il n'y a rien, comment se fait-il qu'elles ne se touchent pas? N.B. Il faut ici distinguer entre ``rien'', absence de matière et ``rien'' espace libre de matière''.

   — Si on pouvait réduire à zéro l'espace intermoléculaire, que deviendrait la densité absolue de l'air?

2. Discussion de groupe:

   Elaborer des Théories de la Matière différentes de celle présentée ici, et démontrer qu'elles ne répondent pas aux exigences des observations. Par exemple:

   — Les corps sont continus mais malléables à divers degrés, selon la température, la pression, etc.

   — Les corps sont particulaires, mais ces particules sont toujours complètement en contact; elles se dilatent ou se contractent d'après les conditions extérieures auxquelles les corps sont soumis.

EMISSION 3

LES MOLECULES EN MOUVEMENT

INTENTION PEDAGOGIQUE

Cette troisième émission a pour but d'ajouter le concept ``énergie'' à celui d'``espace intermoléculaire'' dans l'élaboration de la Théorie Moléculaire de la Matière. On présente le mouvement des molécules: sa nature, ses modes et son importance.

CONTENU

Les molécules des gaz sont en mouvement: on fait cette déduction, ayant observé la crevaison d'un ballon d'air. Afin de démontrer le mouvement des molécules de liquide, on présente une expérience démontrant la diffusion d'une solution d'iode dans l'amidon d'une pomme de terre; la coloration bleue résulte d'une réaction chimique, mais elle permet de suivre facilement la migration moléculaire.

La vaporisation des liquides et la sublimation des solides sont apportées comme nouvelle preuve du mouvement des molécules. Pour illustrer la vitesse de leur transport, on observe la diffusion du brome dans un appareil de verre. Même les particules des solides sont en mouvement perpétuel; la diffusion d'atomes d'aluminium à travers une couche de chlorure de mercure le démontre d'une façon très intéressante. (Il faut dire que ce qu'on voit est le résultat d'oxidation de l'aluminium au contact avec l'air).

Les molécules conservent leur énergie, sous une forme ou une autre en vertu du principe de conservation de l'énergie.

Enfin, on trace expérimentalement la variation de la pression d'un gaz à volume fixe en fonction de la température, pour déterminer le zéro absolu.

SUGGESTIONS D'UTILISATION: AVANT L'EMISSION

1. Rappeler l'expérience faite en finale de la deuxième émission: la dilatation d'un gaz quand on réduit la pression à laquelle il est soumis. (Le vide intermoléculaire admet la compression des gaz, mais, n'explique pas le procédé contraire.)

2. Observer la diffusion: préparer une solution de colorant végétal dans le tétrachlorure de carbone, puis ajouter de l'eau pure sur la surface de cette solution.

APRES L'EMISSION

1. Travaux de recherche:

   — Préparer un tableau comparant les trois états de la matière quant à l'espace entre les molécules et leurs mouvements. Discuter de la transition d'un état à l'autre.

   — Déterminer, par expérience, la solubilité du gaz carbonique dans les liqueurs douces. (On peut récolter le gaz au moyen d'un ballon de caoutchouc qu'on aura fixé au col de la bouteille).

2. Discussions de groupe:

   — Déterminer la seule condition nécessaire à la diffusion d'un gaz à travers un autre: une différence de concentrations.

   — Dresser une liste des facteurs qui

affectent la vitesse de diffusion d'un liquide dans un autre: énergie cinétique (température), différence de concentration (potentiel), espaces intermoléculaires (densité), etc.

– Tracer la courbe de pression vs. température selon les données suivantes:
  Températures: 100°C, 0°C, -72°C, -196°C
  Pressions: 2.50 1.80 1.35 0.50
  Pour déterminer le zéro absolu par extrapolation.

EMISSION 4

LES FORCES INTER-MOLECULAIRES

INTENTION PEDAGOGIQUE

Ayant démontré que les molécules d'un corps sont en mouvement perpétuel, se déplaçant constamment dans le vide intermoléculaire, il importe maintenant d'étudier les forces d'attraction qui assurent la permanence aux corps. Malgré leurs manifestations diverses, ce qui donne lieu à plusieurs noms différents, les forces sont toutes essentiellement de même nature.

CONTENU

Pour rappeler que l'énergie est requise pour séparer les molécules d'un corps et leur donner une liberté de mouvement supérieure, on chauffe du mercure gelé jusqu'à ébullition. Des dessins animés servent à expliquer ces mouvements. Le comportement des gaz, selon des principes de Boyle et de Charles, est souligné dans l'explication de l'expérience de l'émission précédente.

En "coupant" avec un bâton un gaz, un liquide et un solide, on amorce la variation dans les forces de cohésion dans les trois états de la matière. Le taux d'épanchement de quelques liquides démontre que les forces entre molécules d'un même état offrent une variation considérable d'intensité. Au moyen d'un tensio-mètre, on compare les forces de cohésion. La tension superficielle est démontrée en comparant le comportement de l'eau et du benzène égouttés sur une surface très unie. Enfin la copillarité de l'eau et du mercure est comparée au moyen de vases cunéiformes. En guise de principe explicatif, on fait allusion aux forces de Van der Waals.

SUGGESTIONS D'UTILISATION: AVANT L'EMISSION

1. Rappeler quelques applications du mouvement moléculaire mentionées à la dernière émission. (e.g.: diffusion de shampooing dans l'eau; pression d'air dans les pneus; sublimation de "boules à mites"; mijotement de l'eau bouillante; les odeurs; décarbonisation de liqueurs gazeuses, etc.) et dresser une liste de nouvelles applications.

2. Discussion: "Le comportement des molécules d'un corps qui est refroidi jusqu'au zéro absolu". (Il est intéressant de noter que, à -273.16°C le mouvement de hasard des molécules est disparu, puisque c'est lui qui détermine la température du corps; cependant, même à ce 0°C. il reste encore des oscillations, donc de l'énergie non-thermique.)

3. Revoir brièvement la loi des carrés inverses de la séparation entre deux corps (loi gravitationnelle de Newton ou les lois de Coulomb pour les corps électrisés et les aimants).

APRES L'EMISSION

1. Travaux de recherche

   – Consulter des sources de référence pour dresser une liste comparant les tensions superficielles de quelques liquides et les forces de cohésion de quelques solides.

   – Comparer les propriétés physiques et le comportement sous l'influence de la chaleur du benzène et de l'eau.

2. Discussions de groupe

   – Les changements d'état d'un corps sont toujours accompagnés d'un gain ou d'une perte de chaleur, quoique la température soit constante. Expliquer ce qu'on entend par cette "chaleur latente", ce qu'est son action et comment on peut la mesurer.

   – Tenter d'expliquer pourquoi les molécules de certains corps s'attirent plus fortement que celles d'autres corps (par exemple, l'eau et le benzène).

EMISSION 5

L'EAU - LA MOLECULE MYSTERIEUSE

INTENTION PEDAGOGIQUE

L'eau est certainement la substance la mieux connue de toutes. Elle sert même de barème de comparaison en maintes occasions (densité, viscosité, échelles de température, etc.) Cependant, c'est une substance bien exceptionnelle qui se comporte d'une façon anormale en bien des cas. Il s'agit donc d'étudier ici le pourquoi des propriétés particulières de l'eau.

CONTENU

L'eau est une substance universelle et vitale. Elle a des propriétés très importantes, telle que sa pauvre conduction de chaleur. L'appareil de Hoffman est employé pour décomposer l'eau, et on en analyse les produits tant au point de vue quantitatif que qualitatif, d'où l'on obtient sa formule chimique. Pour vérifier ces données et pour raffermir la nature du bond chimique entre les atomes d'hydrogène et d'ozygène, on synthétise l'eau dans un eudiomètre. Le comportement normal des corps est illustré par un mélange de benzène solide et liquide chauffé dans un dilatomètre. En répétant l'expérience pour le système glace-eau, on remarque l'anomalie de ce dernier.

On doit donc recourir au bond d'hydrogène pour expliquer cet étrange comportement et les autres propriétés exceptionnelles de cette substance merveilleuse.

SUGGESTIONS D'UTILISATION: AVANT L'EMISSION

1. Répéter l'expérience faite en finale de la quatrième émission, où l'on ajoute

des pièces de monnaie à un verre déjà "plein" d'eau. Comment expliquer qu'un nombre si imposant de cents puisse y être ajouté sans faire déborder l'eau?

2. Revoir: les méthodes d'identifier les gaz oxygène et hydrogène; les termes d'usage employés en électrolyse (anode, cathode, etc.); le principe de Coulomb quant aux charges électriques.

APRES L'EMISSION

1. Travaux de recherche

   — Reproduire le graphique de température en fonction de la chaleur pour un gramme d'eau, depuis -40° jusqu'à 150°, et en expliquer toutes les parties à l'échelle moléculaire.

   — Préparer un travail plus ou moins détaillé expliquant le rôle de l'eau et de ses propriétés anormales dans le contrôle du climat.

2. Discussions de groupe

   — Une planète sans eau ne peut être susceptible de peuplement par l'espèce humaine. Discutez.

   — L'air humide est moins dense que l'air sec, et exerce donc une pression atmosphérique inférieure à celui-ci. Pourquoi se sent-on plus oppressé quand l'air est humide?

EMISSION 6

LES MOLECULES SE METAMORPHOSENT

INTENTION PEDAGOGIQUE

Cette dernière émission a pour buts d'introduire le concept de la réaction chimique, d'établir la relation entre l'énergie mécanique des molécules et leur activité chimique, et de résumer brièvement la série des émissions.

CONTENU

On rappelle d'abord les propriétés-clefs des molécules, telles que la distance intermoléculaire, leurs mouvements et leur énergie. L'union des gaz incolores ammoniac et chlorure d'hydrogène pour donner la fumée blanche de chlorure d'ammonium introduit le concept des transformations qui peuvent se produire quand des molécules de natures différentes se rencontrent. Suivent quelques réactions qui ont pour but de démontrer quelques facteurs attenant les réactions chimiques: la spontanéité, l'énergie d'initiation, la vitesse, etc. Au moyen de séquences filmées, on présente diverses applications de la chimie moderne au service de l'homme. Enfin, un bref résumé de la Théorie Moléculaire de la Matière est présenté en faisant appel à quelques scènes déjà vues aux émissions précédentes.

SUGGESTIONS D'UTILISATION: AVANT L'EMISSION

1. Revoir le concept "transformation physique" au cours duquel la substance ne change pas de nature (transformation chimique): ce changement résulte d'une simple réorganisation parmi les molécules du corps.

2. Dresser une liste des méthodes dont on dispose pour influencer les contacts entre molécules de différents genres. Par exemple, constater le taux de diffusion des gaz en changeant la pression des liquides par l'agitation mécanique, des solides par le chauffage.

APRES L'EMISSION

1. Travaux de recherche

   — Consulter une encyclopédie pour préparer un bilan des services que rend la chimie moderne à l'humanité.

   — Etudier à fond le mécanisme d'une réaction chimique donnée pour reconnaître les facteurs extérieurs qui pourraient en affecter les différentes étapes. Par exemple: la photosynthèse — ses réactifs, ses produits, l'énergie qui l'accompagne, comment l'accélérer, l'arrêter, etc.

2. Discussions de groupe

   — Pour qu'une réaction chimique ait lieu, il faut que les molécules des réactifs se rencontrent souvent, et sous des conditions assez étroitement limitées. Discuter des autres facteurs déterminants. (Genre de molécules, vitesse et angles des collisions, entourages particuliers, etc.).

   — La Théorie Moléculaire de la Matière nous permet de mieux comprendre certains phénomènes qu'on observe tous les jours. Mentionner quelques-uns de ces phénomènes, et démontrer comment la Théorie nous permet de les expliquer.

LES SCIENCES — section supérieure
L'UNIVERS MOLECULAIRE
6 émissions de 30 minutes chacune

Émission No.	CBOFT 9h30-10h	CHCH 10h05-10h35	CJOH 9h10-9h40
1	15 oct.	15 oct. 26 mars	16 oct. 26 mars
2	22 oct.	22 oct. 2 avril	23 oct. 2 avril
3	29 oct.	27 oct. 9 avril	30 oct. 9 avril
4	5 nov.	5 nov. 16 avril	6 nov. 16 avril
5	12 nov.	12 nov. 23 avril	13 nov. 23 avril
6	19 nov.	19 nov. 30 avril	20 nov. 30 avril

L'UNIVERS MOLECULAIRE